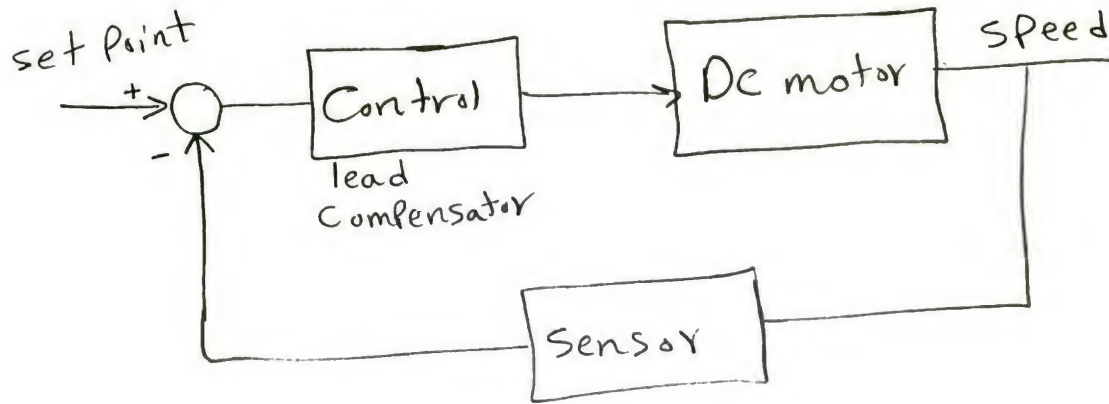


Digital Control

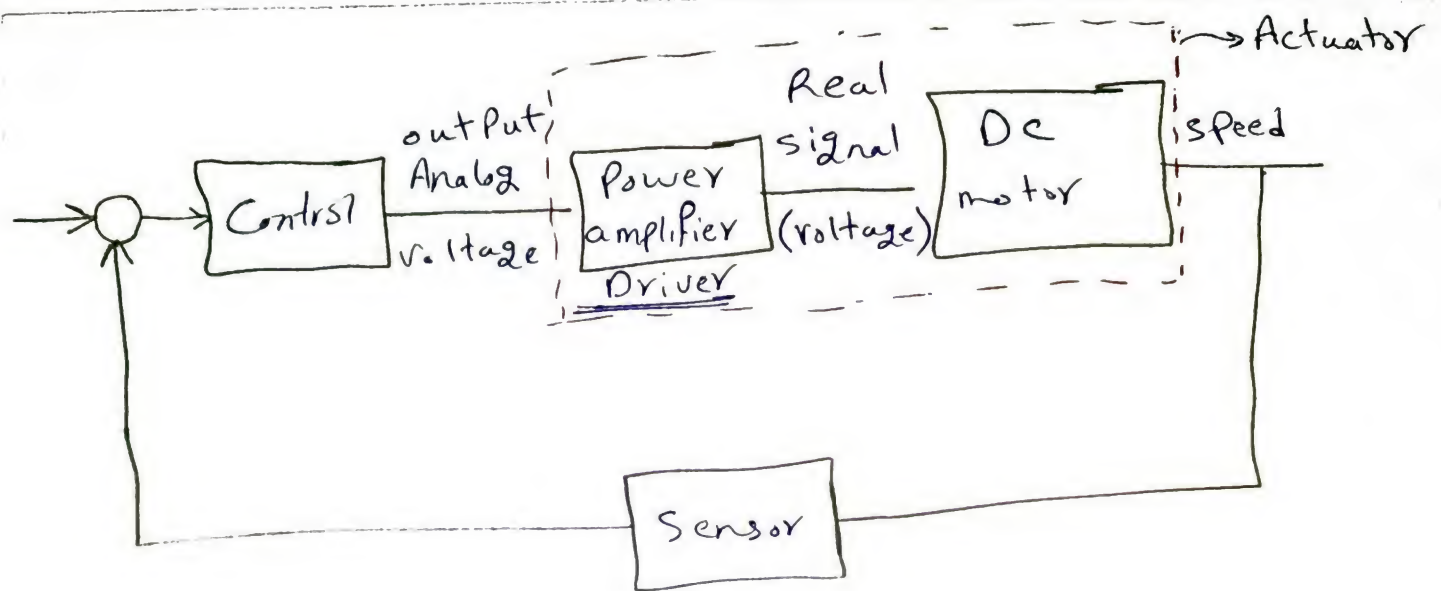
session 5



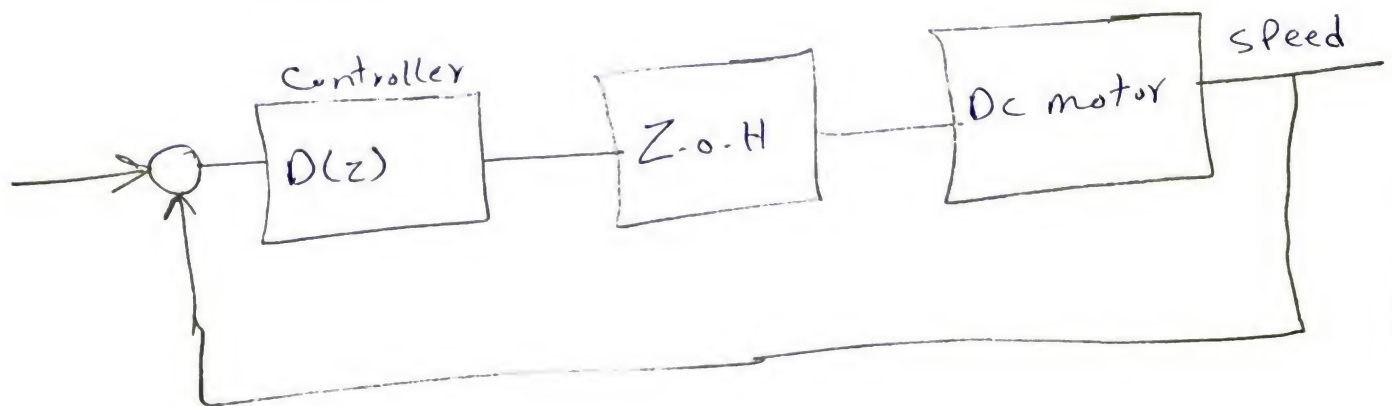
In Continuous

Controller $D(s)$ \rightarrow Implementation
Analog circuit

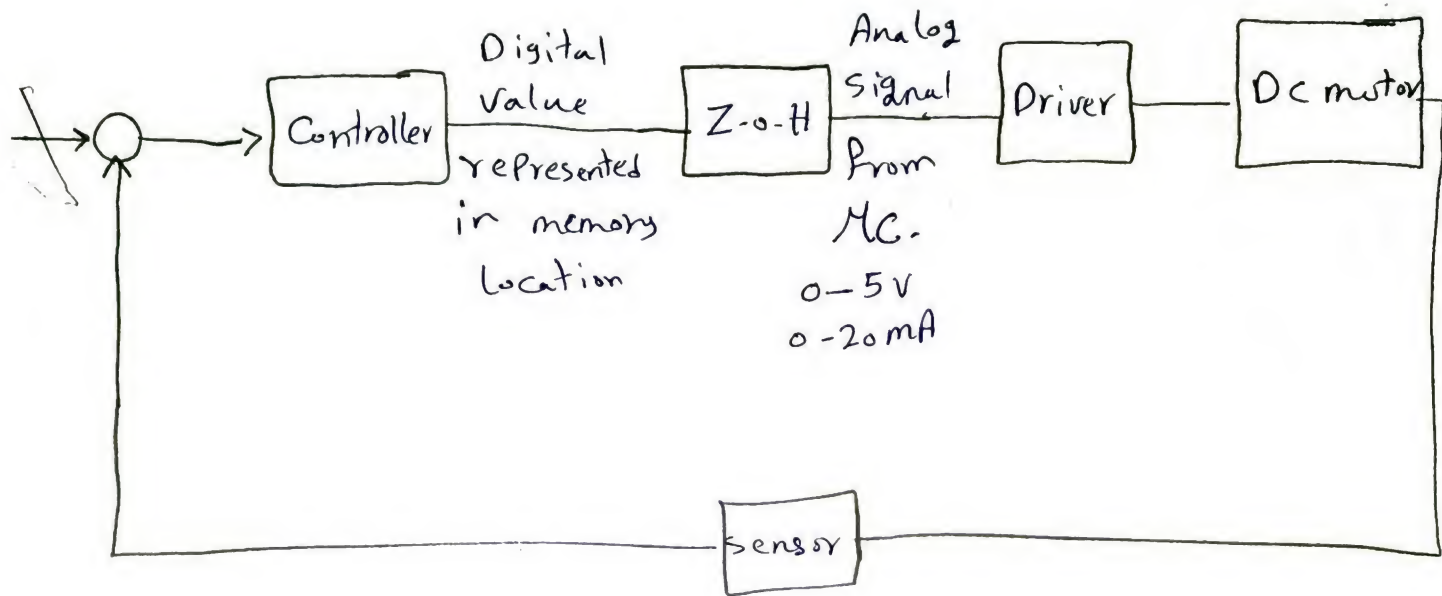
← کانه کندي () () خروج ليا (Analog OP)
الخروج ده يدخل على ال (Dc motor) وقد يكون بينهم
(relay) أولا يكون.
له فالخروج ده يدخل على (Dc motor) مباشرة له يدخل
على (Power amplifier) ويخرج (real signal)



← 3) (digital) به آنالوگ (Analog to Digital) و
 (digital to Analog) فیلتر یعنی Z.O.H



Controller $D(z) \rightarrow$ Implementation
 Difference eqn.
 on microcontroller.



← محتاج اچھ داترو (Driver) عتلا ~ اچھم اچھم
 اچھم اچھ (Controller) عتلا ~ تنفع لا (Dc motor)
 لا ~ اچھ (Controller) (Current) اچھم اچھم اچھم (Controller)
 (0-20mA) عتلا کاف.

← اچھم اچھم اچھم (Analog value) عتلا ~ (Digital value).

← اچھم (microcontroller) عتلا (one direction)

← اچھم اچھم اچھم (driver) عتلا عتلا اچھم (Polarity)
 لا (Controller).
 عتلا عتلا عتلا

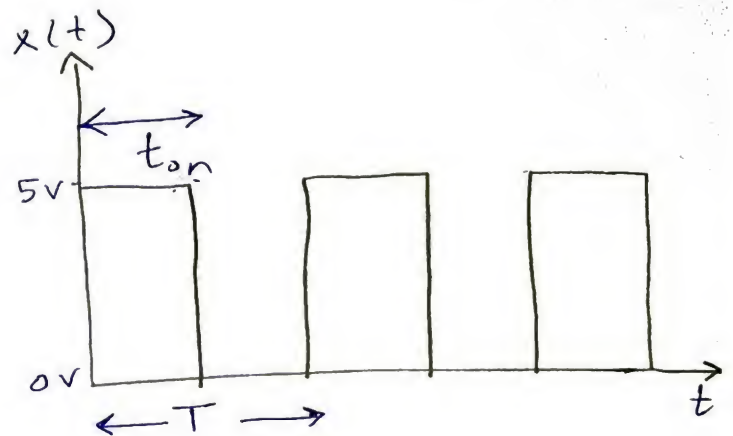
PWM

$$X_{avg} = \frac{1}{T} \int_0^T x(t) dt$$

$$= \frac{1}{T} \int_0^{t_{on}} X_{max} dt$$

$$= \frac{X_{max}}{T} t \Big|_0^{t_{on}} = \frac{t_{on}}{T} X_{max}$$

$$\text{duty cycle} = \frac{t_{on}}{T}$$



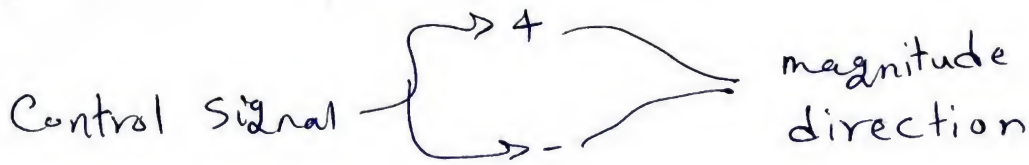
→ أنا هخرج منه ال (Digital value) → (Controller)

(different duty cycles) → عشان أخرج (Logic 1 or Logic 0)

$T \downarrow \Rightarrow$ switching Frequency $f_c \downarrow$

ال f_c بيؤثر على ال (Smoothness) كلما نيزه

ال f_c ~~تزيد~~ (تزيد ال f_c) وده مكلف جداً

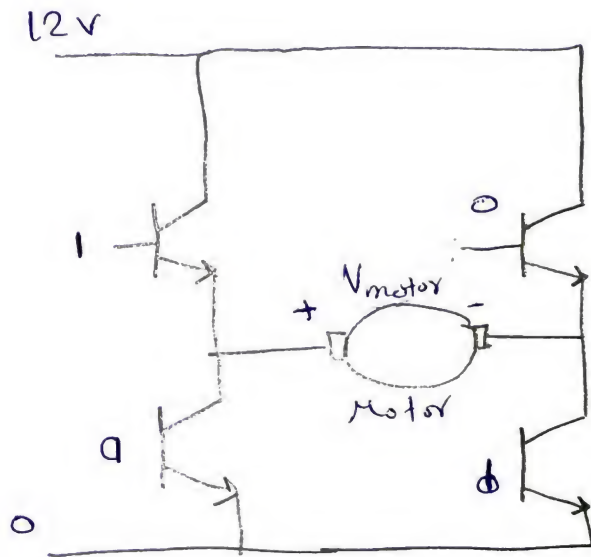


وہ حرکت کی ال (mag.) کے طریقہ ال (PWM)
 و حرکت کی ال (direction) د (Drive circuit) \rightarrow H-Bridge

H-Bridge

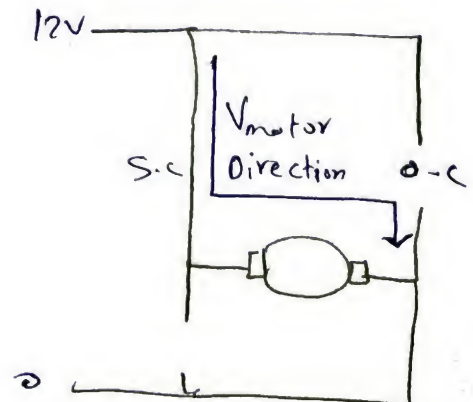
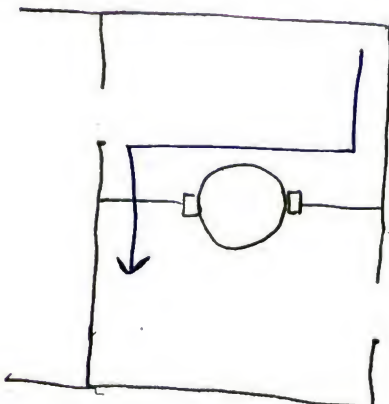
transistor as a switch

2-transistor حرکت کی ال
 (direction) فیغیر ال
 (motor) بتاع ال



لو الیم کات کہ ال (transistor) الی علیہ 1

یکہ (short circuit) والی علیہ 0 یکہ (open circuit)



مع الرستين (السابقين) يوجهوا التحكم في ال (direction)

مع معنى التحكم في (magnitude, direction) ل ال (Control Signal)

الخارجة اذا كانت

+ve \rightarrow direction 1

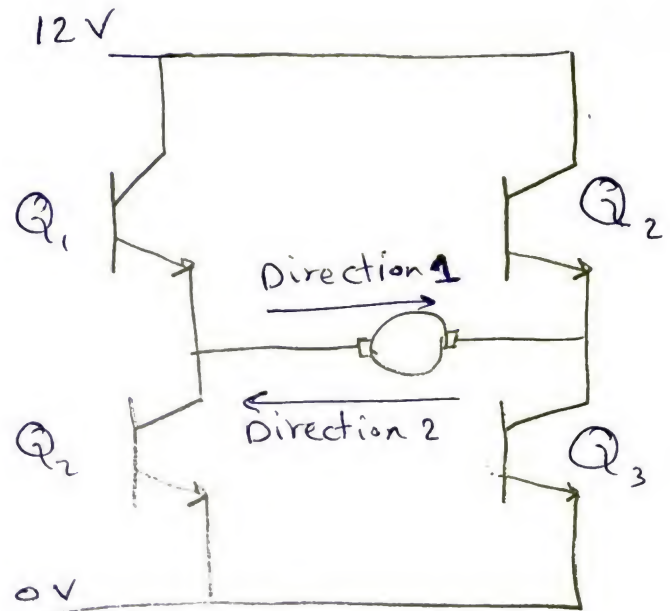
$Q_2, Q_4 \rightarrow$ Zero

$Q_1, Q_3 \rightarrow$ PWM

-ve \rightarrow direction 2

$Q_1, Q_3 \rightarrow$ Zero

$Q_2, Q_4 \rightarrow$ PWM



له الاتجاهات دي احنا اللي فرضناها.

لهم سرعة كذا بواسطة (milliAmperes)

\leftarrow احنا كده نتحكم في الجزء المطلوب.

\leftarrow احنا هنجيب (H-bridge) جاهزه و نشتغل عليها.

٥

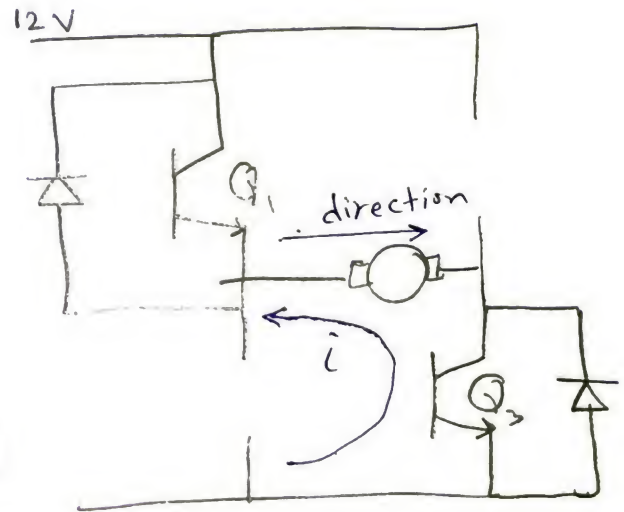
2023

Fly wheel diodes

لحم ال (motor) يهد إليه تيار لو أننا فصلت الجهد
من عليه لانه يتوقف مباشرة بسبب القصور الذاتي.

في الرسم الأخير في حالة (direction 1) يكون Q_1 و Q_3
شغالين ولو وقفت ال (motor) ينشأ تيار في عكس

لتجاه (direction 1) يحترق ~~الترانزستور~~ (transistor) فيتم توصيل (Diodes)



مسار التيار يمر بـ Q_1 ثم Q_3

فيحترق ال (diode) يمنع

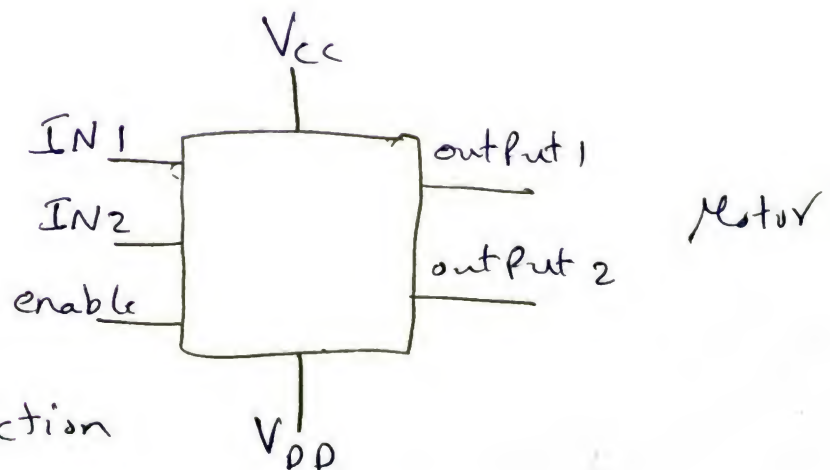
كده فيمر أولاً بال (diode)

المقابل لـ Q_3 عشانه ميحترقش Q_3

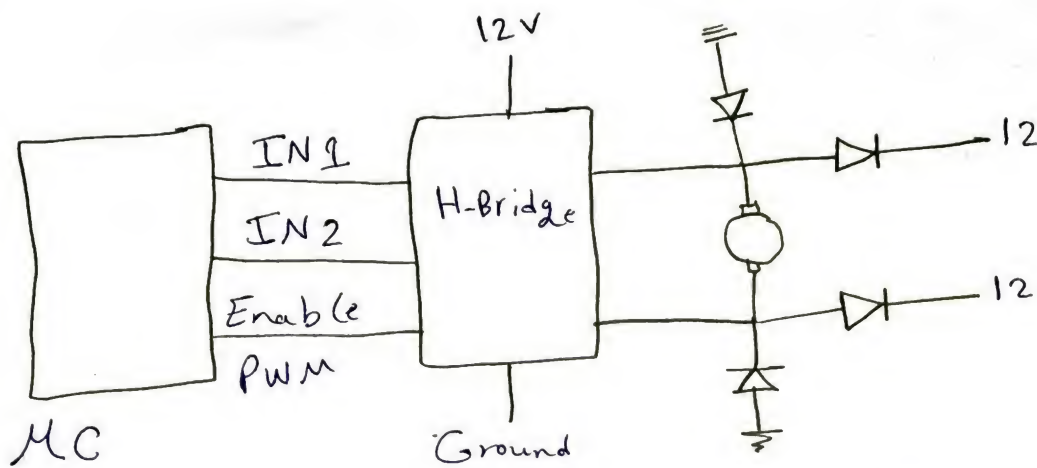
وبالمثل مع Q_1 .

LM 293

L 298



IN1,2 → define direction



Arduino

PWM → $\begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 255 \end{matrix}$

Control signal

Control signal → $\begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 255 \end{matrix}$
(mapping)

if (Control-signal > 0)

{ IN1 = 1

IN2 = 0

Enable = PWM (Control-signal)

}

else

{ Control-signal = - Control signal

IN1 = 0 ;

IN2 = 0

Enable = PWM ()

{

(8)

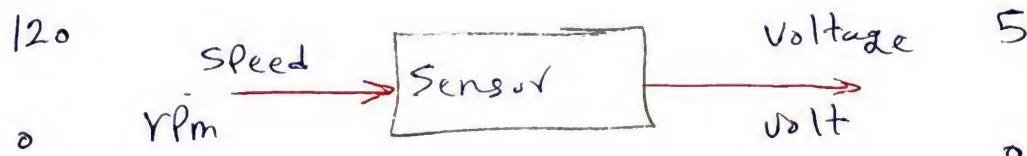
Task 1: Control Law implementation using difference eqn.

Task 2: Motor drive (H bridge)
Control using PWM

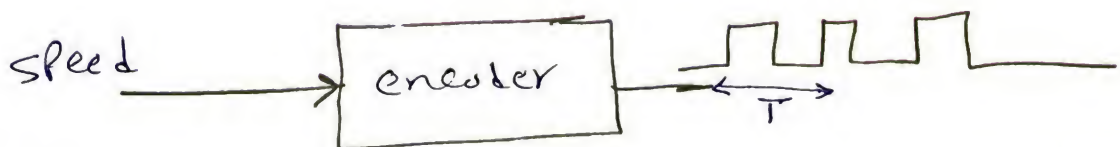
Task 4: Simulation of DC motor speed control of proteus.

Task 3: Consider Rotary encoder for speed measurement.

Speed sensor



Speed sensor \Rightarrow use encoder



$$f = \frac{1}{T} \propto \text{speed}$$

ال (encoder) يعرف ب Pulse/revolution

~~لو بيد~~

ال (encoder) فيه (3-Pin) ~~ملاش~~ ملناش دعوة
بالل في النهر.

(10)